



MINISTERIE VLAAMSE GEMEENSCHAP
DEPARTEMENT LEEFMILIEU EN INFRASTRUCTUUR
ADMINISTRATIE WATERWEGEN EN ZEEWEZEN
AFDELING SCHEEPVAARTBEGELEIDING

**STUDIE AANGAANDE DE IMPACT VAN
WINDTURBINEPARKEN IN ZEE OP DE
SCHELDERADARKETEN**

FASE 5 : MANAGEMENT SAMENVATTING

(F.2.1.20)
VLAAMSE INSTITUUT VOOR DE ZEE
FLAEMERS MARINE INSTITUUT
Oostende - Belgium

NVZ2362
258



HAECON

Harbour & Engineering Consultants
Deinsesteenweg 110 - 9031 Drongen

STUDIE AANGAANDE DE IMPACT VAN WINDTURBINEPARKEN IN ZEE OP DE SCHEIDERADARKETEN

FASE 5 : MANAGEMENT SAMENVATTINGSRAPPORT

INHOUD

1.	INLEIDING	1
2.	DOEL VAN DE STUDIE.....	2
3.	HISTORIEK VAN DE STUDIE	3
3.1.	FASE 0 : OPMAAK VAN DE PDD	3
3.2.	FASE 1 : INVENTARIS EN HERFORMULERING STUDIEOPDRACHT	3
3.3.	FASE 2: HET UITVOEREN VAN DE THEORETISCHE STUDIE	3
3.3.1	<i>Situering en identificatie</i>	4
3.3.2.	<i>Specificaties Windturbineparken</i>	8
3.3.3.	<i>Basis parameters voor het numerieke model</i>	12
3.3.4.	<i>Mogelijke effecten per systeem</i>	13
3.3.5.	<i>Conclusies</i>	20
3.4.	FASE 3 : AANBEVELINGEN EN REMEDIES VOOR DE PROBLEMATIEK VAN RAPPORT FASE 2	22
3.4.1.	<i>Oplossing voor de verminderde radardekking, radar op de Thorntonbank</i>	23
3.4.2.	<i>Oplossing voor valse echo's op de scheepsradars</i>	28
3.4.3.	<i>AIS antennehoogte</i>	29
3.5.	FASE 4 : BUDGETRAMING	29
3.6.	FASE 5 : MANAGEMENT SAMENVATTING	30
3.	CONCLUSIES.....	31

STUDIE AANGAANDE DE IMPACT VAN WINDTURBINEPARKEN IN ZEE OP DE SCHELDERADARKETEN

FASE 5 : MANAGEMENT SAMENVATTINGSRAPPORT

1. INLEIDING

Teneinde een vlot en veilig scheepvaartverkeer voor de Vlaamse en Nederlandse kusten te garanderen, wordt er gebruik gemaakt van een reeks communicatie- en bewakingssystemen : Radar tracking, VHF (marifonie) radiocommunicatie, RDF (radio direction finder), DGPS (differential global positioning system) en in de nabije toekomst het AIS systeem.

In het kader van de zoektocht naar alternatieve vormen voor de productie van elektrische energie is het idee ontstaan om windturbineparken voor de Vlaamse kust te construeren. Teneinde dit te realiseren zijn er concessieaanvragen ingediend door C-Power voor de constructie van een park bestaande uit 50 windturbines ter hoogte van Oostende op de Wenduinebank, door TotalFina Eolia voor de bouw van 40 turbines ter hoogte van de Vlakte Van Raan, en door Seanergy voor constructie van een park bestaande uit 50 turbines ook ter hoogte van de Vlakte van Raan.

Omdat het bekend is dat windturbines de propagatie van elektromagnetische golven kunnen verstoren, dient een studie te worden uitgevoerd die de effecten van de toekomstige parken op de diverse communicatie- en bewakingssysteem moet nagaan.

2. DOEL VAN DE STUDIE

De studie stelde zich de volgende 3 punten tot doel :

a) Uitvoering van de theoretische studie.

Dit onderdeel bestond uit het nagaan van invloed van de windturbineparken op het Radarwaarnemingssysteem, de VHF Marifonie Communicatie, het RDF, het DGPS en het in de toekomst te implementeren AIS systeem. Hierbij worden de diverse probleemgebieden geïdentificeerd en worden de effecten van de parken kwalitatief per gebied onderzocht.

b) Adviesverstrekking en aanbeveling.

Aan de hand van de resultaten van de theoretische studie worden er indien nodig, oplossingen voorgesteld om de storende effecten van de windturbineparken op de diverse signalen teniet te doen.

c) Budgetraming

Dit deel van de studie bestaat uit :

- Het formuleren van een basis oplossing en alternatieve oplossingen met betrekking tot de resultaten en conclusies uit de voorgaande fase.
- Het maken van een budgetraming die zowel de projectgebonden als de realisatie kosten van de oplossingen bevat.

3. HISTORIEK VAN DE STUDIE

De studie bestond uit de volgende fasen :

3.1. FASE 0 : OPMAAK VAN DE PDD

Tijdens deze fase werd het project gedefinieerd en werd het projectteam van de diverse partijen gedefinieerd.

De globale projectstructuur bestaat uit de volgende onderdelen :

- Opmaak project definitie document (PDD) ;
- Inventarisatie en herformulering studieopdracht ;
- Uitvoeren van de theoretische kaartstudie ;
- Het geven van aanbevelingen en remedies voor de problematiek ;
- Opmaak budgetraming ;
- Eindrapportage ;

3.2. FASE 1 : INVENTARIS EN HERFORMULERING STUDIEOPDRACHT

In dit deel van de studie werd door de opdrachtnemer een inventaris opgemaakt van de studie en werd deze geherformuleerd, teneinde de opdrachtgever te overtuigen dat de opdracht door de opdrachtnemer ten volle begrepen is.

3.3. FASE 2: HET UITVOEREN VAN DE THEORETISCHE STUDIE

In deze fase werd de effecten van de windturbineparken op de diverse signalen via numerieke modellering bestudeerd.

Dit deel van de studie omvatte de volgende onderdelen :

- Verzamelen van geografische en technische specificaties aangaande het radarwaarnemingssysteem, de marifonie, en de overige installaties.

- Verzamelen van de constructie specificaties van de diverse windturbineparken.
- Uitvoeren van simulaties ter bepaling van de effecten van de geplande windmolenparken op de volgende communicatie- en bewakingssystemen :
 - De Schelderadarketen.
 - De scheepsradar aan boord van de vaartuigen.
 - HF radiocommunicatie (marifonie).
 - RDF peilingsysteem.
 - DGPS positiebepalingssysteem.
 - AIS automatisch identificatie systeem.
- Definitie en opsomming van de diverse probleemgebieden.
- Rapportage en visualisatie van de probleemgebieden door middel van zeekaarten, grafieken en diagrammen.

Hierbij wordt uitgegaan van de actueel (juli 2002) beschikbare gegevens van de verschillende windturbineparken. Bij de start van deze studie zijn officieel enkel de aanvragen tot inplanting van de volgende windturbineparken bekend :

- Een windturbinepark ter hoogte van de Wenduinebank : C-Power
- Een windturbinepark ter hoogte van de Vlake van de Raan : Seanergy
- Een windturbinepark ter hoogte van de Vlake van de Raan : genaamd TotalFina Eolia

Verder is er officieus sprake van een park dat zou ingeplant worden op de Thorntonbank : het Zephyr project

Ook dient aangestipt te worden dat voor de 3 bedoelde parken op het ogenblik van de het finaliseren van deze studie, nog niet alle vergunningen door de overheid werden uitgereikt. Zodat het ook niet meteen duidelijk en/of zeker is of alle windturbineparken uiteindelijk ook gerealiseerd zullen worden.

Deze studie werd echter op een dergelijke manier opgevat, dat de resultaten op een min of meer modulaire manier kunnen gebruikt worden, ook al worden één of meerdere windturbineparken niet gerealiseerd.

3.3.1 Situering en identificatie

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de ligging van de diverse systemen die gebruikt worden teneinde een veilig scheepvaartverkeer langs de Vlaamse en Nederlandse kust te garanderen.

3.3.1.1. Radarposten

In de onderstaande Tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de diverse radar installaties aan de kust die gebruikt worden door de Schelderadarketen om de diverse schepen langs de kust te volgen.

Locatie	Positie UTM (ED50)			Hoogte (m)	ref.	Zend-/Ontvang frequentie (MHz)	PRF (Hz) $\pm 10\%$	Pulsduur (ns)	Min. piekvermogen (kW)	Gevoeligheid ontvanger (dBm)	Tangentiele bundelbreedte		Vertikale bundelbreedte		Gain (dB)	Polarisatie
	Zone	Northing	Easting								-3 dB	-20 dB	-3 dB	-10 dB		
Nederland																
Westkapelle	31	5708234	530687	44,1	NAP	8.935	2.000	200	40	-104	0,265°	0,770°	15°	33°	35	vertikaal
Vlissingen	31	5699173	539900	46,0	NAP	8.935	2.300	50	40	-98	0,400°	1,100°	15°	33°	34	vertikaal
Cadzand	31	5693366	529762	30,5	NAP	8.935	2.000	200	40	-104	0,265°	0,770°	15°	33°	35	vertikaal
België																
Oostende	31	5676454	494817	39,8	NAP	8.935	2.000	200	40	-104	0,265°	0,770°	15°	33°	35	vertikaal
Zeebrugge	31	5690346	513062	39,2	NAP	9.065	2.000	200	40	-104	0,265°	0,770°	15°	33°	35	vertikaal

Tabel 1

3.3.1.2. RDF (Radio Direction Finder)

In de onderliggende Tabel 2 wordt een overzicht geven van de diverse RDF installaties die gebruikt worden om op zeer accurate wijze de locatie van een vaartuig te bepalen.

Locatie	Positie UTM (ED50)			Kanaal nr.	Frequentie (MHz)	Gevoeligheid ontvanger ($\mu\text{V/m}$)	Type antenne	diameter (m)	Hoogte (m)
	Zone	Northing	Easting						
Radarcentrale Zeebrugge	31	5690178	512902	14	156,700	3	AP 007 (32 dipolen)	6,5	43,5
				16	156,800				
				64	156,225				
				65	156,275				
				69	156,475				
Nieuwpoort	31	5667058	480651	16	156,800	3	AP 007 (32 dipolen)	6,5	33
				65	156,275				
				69	156,475				
Haamstede	31	5729312	547424	14	156,700	3	AP 007 (32 dipolen)	6,5	50
				16	156,800				
				64	156,225				

Tabel 2

3.3.1.3. DGPS (Differential Global Positioning System) referentiebakken

In de onderstaande **Tabel 3** wordt de locatie en de systeemgegevens weergegeven van de DGPS referentie bakken te Oostende. Dit signaal wordt door de scheepvaart gebruikt om hun positie relatief ten opzichte van de referentiebakken op accurate wijze te bepalen.

Locatie	Positie UTM(ED50)			Kanaal nr.	Frequentie (kHz)	Range		Zend-vermogen (W)	Richting	meet-onzekerheid (σ_2)
	Zone	Northing	Easting			km	n.m.			
Oostende	31	5676572	495283	57	312,0	220	119	80	omnidirectioneel	0,142m op de baken positie

Tabel 3

3.3.1.4. Marifonie radiocommunicatie

Naast de voornoemde signalen, die voornamelijk gebruikt worden ter bepaling van de positie van een schip, is er nog een tweede soort van signalen tussen het schip en de wal namelijk de VHF marifonie. In de onderstaande **Tabel 4** wordt er een overzicht gegeven van de locatie en signaal gegevens van de diverse radio communicatie posten langs de Vlaamse en Nederlandse kust.

Locatie	Positie UTM (ED50)			Kanaal nr.	Frequentie (MHz)	TX/ RX	Zender- vermogen (W)	Antenne- vermogen (ERP W)	Gevoeligheid ontvanger (µV)	Richting hoofdas antenne	Gain (dB)	Type antenne	Hoogte (m)
	Zone	Northing	Easting										
België													
Vuurtoren Oostende	31	5676318	495240	16	156,800	TX	27,5	16,0		344°	3	K53192	60
				29L	157,450	TX	21,5	12,0		40°	3	K53192	60
				44	160,800	TX	29,5	28,0		320°	4	K53182	62
				65	160,875	TX	32,0	25,0		320°	3	K53192	60
				67L	156,375	TX	22,0	12,5		344°	3	K53192	30
Radartoren Oostende	31	5676454	494817	16	156,800	RX			0,40	344°	3	K53192	35
				29L	157,450	RX			0,70	344°	3	K53192	35
				44	156,200	RX			1,26	344°	3	K53192	35
				65	156,275	RX			1,28	344°	3	K53192	35
				67L	156,375	RX			0,68	344°	3	K53192	35
Radartoren Zeebruggehaven	31	5688601	514053	4	160,800	TX	30,5	21,0		280°	3	K53192	50
				6	156,300	TX	14,5	2,1		338°	3	K53192	20
				8	156,400	TX	1,0	1,0		338°	3	K53192	20
				9	156,450	TX	11,5	1,75		338°	3	K53192	20
				19	161,550	TX	2,6	1,9		35°	3	K53192	45
				68	156,425	TX	0,3	-		140°	3	K53192	20
				69	156,475	TX	18,0	10,0		333°	3	K53192	25
				71	156,575	TX	1,0	0,1		338°	3	K53192	20
				93H	162,275	TX	34,0	25,0		320°	3	K53192	30
				93H	162,275	RX	0,70	320°		3	K53192	30	
Radarcentrale Zeebrugge	31	5690178	512902	4	156,200	RX			1,29	280°	3	K53192	31
				6	156,300	RX			0,71	345°	3	K53192	15
				8	156,400	RX			0,71	345°	3	K53192	15
				9	156,450	RX			0,72	345°	3	K53192	15
				14	156,700	RX			0,70	45°	4	K53182	31
				19	156,950	RX			0,70	45°	4	K53182	31
				68	156,425	RX			0,71	140°	4	K53182	31
				69	156,475	RX			0,87	345°	3	K53192	15
				71	156,575	RX			0,72	345°	3	K53192	15
Nederland													
Vuurtoren Westkapelle	31	5708978	531112	9	156,450	TX	-	20,0		330°	-	K52322	40
				29L	157,450	TX	-	20,0		330°	-	K52322	40
				64	160,825	TX	-	20,0		330°	-	K52322	40
				67	156,375	TX	-	20,0		330°	-	K52322	40
				93H	162,275	TX	-	20,0		330°	-	K52322	40
Radartoren Westkapelle	31	5708234	530687	9	156,450	RX			0,30	330°	8	-	45
				29L	157,450	RX			0,30	330°	8	-	45
				64	156,225	RX			0,30	330°	8	-	45
				67	156,375	RX			0,30	330°	8	-	45
				93H	162,275	RX			0,30	330°	8	-	45
Bachtenreede Vlissingen	31	5699689	539595	14	156,700	TX/RX	-	3,0	0,30	210°	3,3	K52322	45
				67	156,375	TX/RX	-	3,0	0,30	210°	3,3	K52322	45
Radartoren Vlissingen	31	5699173	539900	21	161,650	TX	-	3,0		200°	-	K53192	40
				29L	157,450	TX	-	8,0		300°	-	K53182	40
				40L	158,000	TX	-	1,6		200°	-	K53192	40
				70H	160,125	TX	-	1,0		120°	-	K52322	40
				70H	161,125	TX	-	1,6		200°	-	K53192	40
				79	161,575	TX	-	12,0		300°	-	K53182	40
				93H	162,275	TX	-	1,6		200°	-	K53192	40
Radarcentrale Vlissingen	31	5699303	540690	3H	160,750	RX			0,30	120°	8	-	35
				6	156,300	RX			0,30	200°	4	-	38
				8	156,400	RX			0,30	200°	4	-	38
				9	156,450	RX			0,30	120°	8	-	35
				21	156,050	RX			0,30	200°	4	-	38
				22H	161,700	RX			0,30	120°	8	-	35
				29L	157,450	RX			0,30	300°	3	-	39
				40L	158,000	RX			0,30	200°	4	-	38
				70H	161,125	RX			0,30	120°	8	-	35
				70H	161,125	RX			0,30	200°	4	-	38
				79	156,975	RX			0,30	300°	3	-	39
				93H	162,275	RX			0,30	200°	4	-	38

Tabel 4

3.3.1.5. AIS (Automatic identification system)

Gezien er plannen zijn ter integratie van het AIS systeem in de Schelderadarketen, werd op verzoek van de opdrachtgever tevens de eventuele invloeden van de parken op het AIS signaal bestudeerd. AIS is een TDMA/VHF communicatie systeem, dat moet toelaten om een automatische identificatie van vaartuigen te doen.

3.3.2. Specificaties Windturbineparken

In deze paragraaf worden de beschikbare gegevens omtrent de windturbineparken samengevat, evenals de keuze omtrent een 'typische' windturbine die voor de simulaties zal gebruikt worden. De coördinaten zijn opgegeven in ED50 East (m) / North (m).

Hierbij dient ook te worden opgemerkt dat de positie van de transformatorcabine (cab) slechts een veronderstelling is en dus in geen enkel project als definitief kan worden beschouwd. Voor de simulatie is hiervoor een balkvormige metalen constructie genomen aangezien de juiste vormgeving van de transformatorgebouwen momenteel onbekend is.

3.3.2.1. C-Power Park

De toekomstige locatie voor dit park is ter hoogte van Oostende op de Wenduinebank en zal bestaan uit 50 turbines van elk 2MW vermogen.

C-Power	1	494916,68	5682934,77
C-Power	2	495409,18	5683135,93
C-Power	3	495901,68	5683337,09
C-Power	4	496394,19	5683538,24
C-Power	5	496886,69	5683739,40
C-Power	6	494924,87	5683466,71
C-Power	7	495456,38	5683668,31
C-Power	8	495985,52	5683869,01
C-Power	9	496512,33	5684068,82
C-Power	10	497036,81	5684267,75
C-Power	11	494933,07	5683998,65
C-Power	12	495503,36	5684198,32
C-Power	13	496068,62	5684396,23
C-Power	14	496628,91	5684592,40
C-Power	15	497184,29	5684786,85
C-Power	16	494941,29	5684532,33
C-Power	17	495550,29	5684727,72
C-Power	18	496151,26	5684920,52
C-Power	19	496744,34	5685110,80
C-Power	20	497329,69	5685298,59
C-Power	21	494949,66	5685075,43
C-Power	22	495597,84	5685264,06
C-Power	23	496234,61	5685449,36
C-Power	24	496860,26	5685631,42
C-Power	25	497475,09	5685810,34
C-Power	26	494958,17	5685628,28

C-Power	27	495646,02	5685807,54
C-Power	28	496318,70	5685982,84
C-Power	29	496976,69	5686154,31
C-Power	30	497620,48	5686322,09
C-Power	31	494966,85	5686191,15
C-Power	32	495694,85	5686358,30
C-Power	33	496403,52	5686521,02
C-Power	34	497093,63	5686679,48
C-Power	35	497765,88	5686833,83
C-Power	36	494975,68	5686764,22
C-Power	37	495744,33	5686916,44
C-Power	38	496489,09	5687063,93
C-Power	39	497211,07	5687206,91
C-Power	40	497911,27	5687345,58
C-Power	41	494984,67	5687347,83
C-Power	42	495794,48	5687482,14
C-Power	43	496575,42	5687611,66
C-Power	44	497329,02	5687736,64
C-Power	45	498056,67	5687857,32
C-Power	46	494993,83	5687942,26
C-Power	47	495845,31	5688055,54
C-Power	48	496662,52	5688164,25
C-Power	49	497447,48	5688268,68
C-Power	50	498202,07	5688369,07
C-Power	Cab	495849,28	5683004,62

Tabel 5

Technische Specificaties :

- Nominaal vermogen = 2 MW (totaal 50x2 = 100MW)
- Nominale windsnelheid = 15 m/s
- Minimale snelheid = 5 m/s
- Maximale windsnelheid = 25 m/s
- Lengte toren = 60-70 m boven flens (hoogte 61,342 = 9+52,342 t.o.v. MSL Oostende)
- Aantal schroefbladen = 3
- Diameter van de rotor = 76 m
- Diameter aan de basis = 4 m
- Diameter aan gondel = 2,318 m
- Nominaal toerental = 18 tpm
- Regeling = combistall (active stall regulatie)

- Generator = asynchroon met sub-synchrone inductie
- Transformatorcabine = op platform (15 m hoog) ; afmetingen basis 18x18 ; top 15x15 ; hoogte 9 m

3.3.2.2. Seanergy park

De locatie van dit geplande park is op de vlakte van Raan voor de Vlaamse kust en zal uit een 50 turbines bestaan.

Seanergy	1	514088	5703832	Seanergy	27	515335	5702474
Seanergy	2	513695	5703619	Seanergy	28	514942	5702261
Seanergy	3	513302	5703406	Seanergy	29	514549	5702048
Seanergy	4	512909	5703193	Seanergy	30	514156	5701835
Seanergy	5	512516	5702980	Seanergy	31	516056	5702458
Seanergy	6	514416	5703603	Seanergy	32	515663	5702245
Seanergy	7	514022	5703390	Seanergy	33	515270	5702032
Seanergy	8	513629	5703177	Seanergy	34	514877	5701819
Seanergy	9	513236	5702964	Seanergy	35	514484	5701606
Seanergy	10	512843	5702751	Seanergy	36	516384	5702229
Seanergy	11	514744	5703374	Seanergy	37	515991	5702016
Seanergy	12	514351	5703161	Seanergy	38	515598	5701803
Seanergy	13	513958	5702948	Seanergy	39	515205	5701590
Seanergy	14	513565	5702735	Seanergy	40	514812	5701377
Seanergy	15	513172	5702522	Seanergy	41	516712	5702000
Seanergy	16	515072	5703145	Seanergy	42	516319	5701787
Seanergy	17	514679	5702932	Seanergy	43	515926	5701574
Seanergy	18	514286	5702719	Seanergy	44	515533	5701361
Seanergy	19	513893	5702506	Seanergy	45	515140	5701148
Seanergy	20	513500	5702293	Seanergy	46	517040	5701771
Seanergy	21	515400	5702916	Seanergy	47	516647	5701558
Seanergy	22	515007	5702703	Seanergy	48	516254	5701345
Seanergy	23	514614	5702490	Seanergy	49	515861	5701132
Seanergy	24	514221	5702277	Seanergy	50	515468	5700919
Seanergy	25	513828	5702064	Seanergy	Cab	516686	5701116
Seanergy	26	515728	5702687				

Tabel 6

Technische specificaties :

- Type "MegaWatt-turbine"
- Nominaal vermogen = 2 (50x) -2,5 (40x) MW (totaal = 100MW)
- Minimale snelheid = 3-4 m/s
- Maximale windsnelheid = 25 m/s
- Lengte toren = 60-68,7 m (verder staat te lezen 15+52,88=67,88 m)

- Hoogte as van de rotor boven toren = 1,696 m (totale hoogte 1,696+67,88=69,576)
- Aantal schroefbladen = 3 (glasvezelversterkte epoxy, met bliksemafleider)
- Diameter van de rotor = 70,5-80 m
- Diameter aan de basis = 4 m
- Diameter aan gondel = 2,318 m
- Transformatorcabine = op platform (15m hoog) ; afmetingen 30x32x9

TotalFina	E1	512154	5700086
TotalFina	E2	512443	5699703
TotalFina	E3	512732	5699320
TotalFina	E4	513021	5698937
TotalFina	E5	513310	5698554
TotalFina	E6	513599	5698171
TotalFina	E7	513888	5697789
TotalFina	E8	514177	5697406
TotalFina	E9	514486	5697038
TotalFina	E10	514775	5696655
TotalFina	E11	515541	5696927
TotalFina	E12	515252	5697310
TotalFina	E13	514963	5697693
TotalFina	E14	514674	5698075
TotalFina	E15	514385	5698458
TotalFina	E16	514095	5698823
TotalFina	E17	513806	5699224
TotalFina	E18	513517	5699607
TotalFina	E19	513228	5699990
TotalFina	E20	512939	5700373
TotalFina	A1	509266	5703872

TotalFina	A2	509547	5703528
TotalFina	A3	509841	5703149
TotalFina	A4	510130	5702766
TotalFina	A5	510419	5702383
TotalFina	A6	510708	5702000
TotalFina	A7	510997	5701617
TotalFina	A8	511286	5701234
TotalFina	A9	511575	5700852
TotalFina	A10	511864	5700469
TotalFina	A11	512650	5700756
TotalFina	A12	512361	5701138
TotalFina	A13	512072	5701521
TotalFina	A14	511782	5701904
TotalFina	A15	511493	5702287
TotalFina	A16	511204	5702670
TotalFina	A17	510915	5703053
TotalFina	A18	510626	5703436
TotalFina	A19	510337	5703819
TotalFina	A20	510062	5704212
TotalFina	Cab	515191	5696696

Tabel 7

3.3.2.3. TotalFina Eolia Park

De locatie van dit geplande park is op de vlakte van Raan voor de Vlaamse kust en zal uit een 40 turbines bestaan.

Technische specificaties :

- Type N80
- Nominaal vermogen = 2-3 MW (100/40 = 2,5MW per turbine)
- Nominale windsnelheid = 14-16 m/s
- Minimale snelheid = 4 m/s
- Maximale windsnelheid = 25 m/s
- Hoogte naaf boven wateropp = 60-70 m

- Aantal schroefbladen = 3
- Diameter van de rotor = 80 m
- Diameter aan de basis = 4-5 m
- Toeren = variabel 6-27 tpm
- Regeling = variabele afwijking van de schroefbladen
- Generator = asynchroon met sub-synchrone inductie
- Transformatorcabine = op platform (15m hoog) ; afmetingen 20x14x9

3.3.3. Basis parameters voor het numerieke model

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de basisparameters die gebruikt zijn voor simulaties met het EPICS-pakket in de theoretische kaartstudie.

Basisparameters voor de windturbines :

Aan de hand van de diverse gegevens van de verschillende projecten is er een typische standaard windturbine gedefinieerd. Alhoewel de juiste keuze van turbine voor elk van de projecten nog niet definitief is, kan toch de vooropgestelde turbine op dit ogenblik voldoende model staat voor de bepaling van de elektromagnetische parameters en het uitvoeren van de simulaties.

diameter mast (basis)	5 m
diameter mast (top)	4 m
hoogte van de mast	80 m
straal van de wieken	40 m
rotordiameter	80 m
tilt van de wieken	6°
gondel	5 x 3 x 4 m
materiaal van de wieken	kunststof
bliksemafleider in de wieken	draad (16 mm ²)
radardoorsnede turbinemast	400 m ²

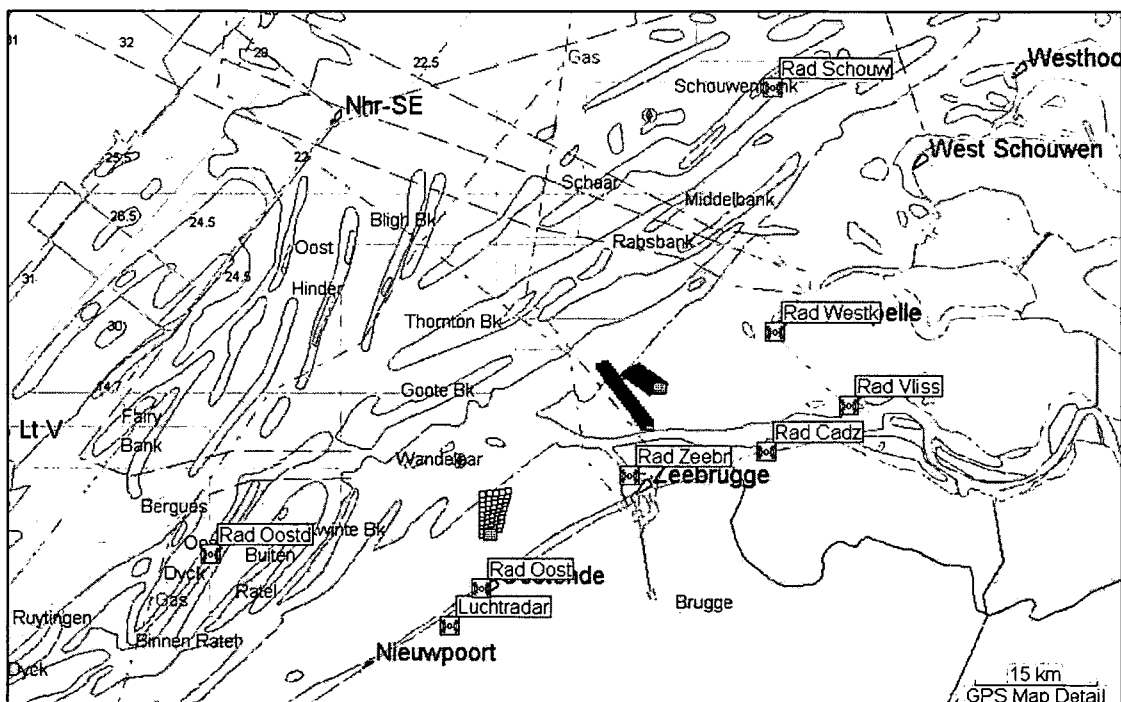
Tabel 8

Basisparameters voor de radar :

frequentie	8,935 of 9,065 GHz
zendvermogen	40 kWatt
antennewinst	34 dB
minimaal detecteerbaar niveau	- 134 dBW of -104 dBm
hoogte	39,2 m

Tabel 9

Een visueel overzicht van de ligging van de verschillende radarposten, radiocommunicatie stations en de betreffende windturbineparken is weergegeven in **Figuur 1**



Figuur 1

Locatie van de diverse radarposten langs de kust.

3.3.4. Mogelijke effecten per systeem

In deze paragraaf worden de effecten van de windturbineparken op de diverse systemen besproken.

3.3.4.1. Effect op de radar

Omschrijving mogelijke effecten :

- Schaduweffect door verzwakking van het signaal op de lijn radar-windturbine(s). Onmiddellijk achter de turbinemast zal een sterke attenuatie optreden, waarbij een zone ontstaat waarin geen radarobservatie mogelijk is. Dit effect komt hier echter niet ter sprake, gezien de ligging van de turbineparken ten opzichte van de normale vaarroutes.
Toch blijft een zekere verzwakking van het signaal optreden, wat het bereik van de radar beperkt. Het normale bereik van de SRK radars voor grotere schepen is ongeveer 34 km.
- Verzadiging van de ontvanger door een te sterk gereflecteerd signaal in de onmiddellijke omgeving van de radarposten. Gegeven de afstand tussen de turbineparken en de vaste radarposten treedt dit verschijnsel niet op voor de SRK radarposten. Het verschijnsel kan evenwel tijdelijk optreden voor de scheepsradars.
- Meervoudige reflecties, die ontstaan door een bijkomende reflectie tussen schepen en turbines, of tussen turbines onderling. Deze meervoudige reflecties kunnen aanleiding geven tot het ontstaan van valse echo's. Of dus van een spookbeeld bij de radarobservatie. Voor de combinatie schip/turbine zal dit effect zich maar tijdelijk voordoen onder welbepaalde condities. Voor de combinatie turbine/turbine dient nagegaan te worden of dit effect optreedt en dienen eventueel de nodige maatregelen getroffen te worden.

Gemodelleerde effecten :

a) Vaste radarposten

In deze paragraaf worden de effecten van de windturbineparken besproken op de signalen afkomstig van de vaste radarposten uit §3.3.1.1.

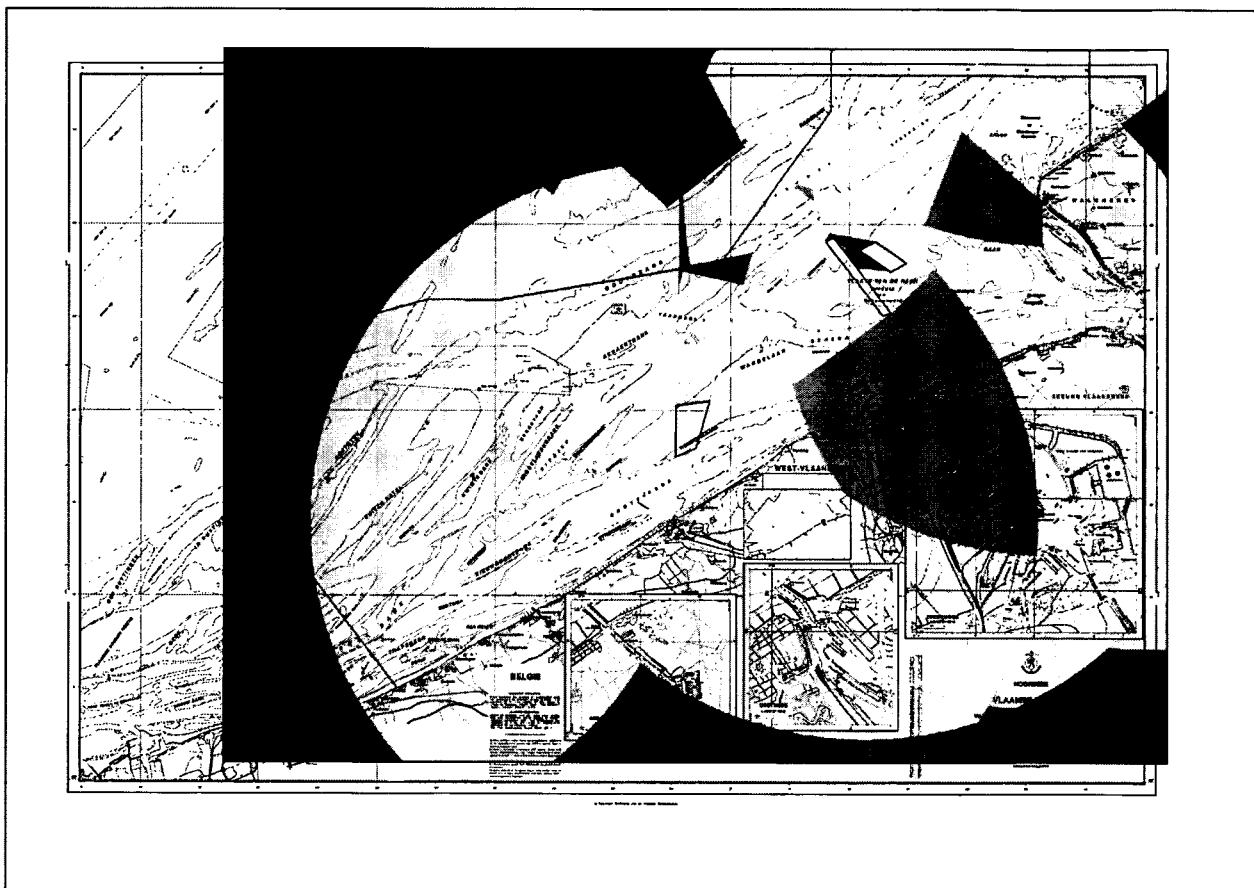
- Het schaduweffect manifesteert zich als uitgesproken lijnen op de verbinding radar-windturbine(s), waarbij een sterke attenuatie optreedt van het radarsignaal. Tussen deze lijnen in is radarwaarneming mogelijk. Voor de conclusies werd echter uitgegaan van een worstcase vorm, waarbij telkens een volledige zone (in plaats van de lijnen) als een zone met gereduceerde radarobservatie werd aangenomen.

Zo komen er twee zones naar voor, waarbij radarwaarneming niet meer mogelijk wordt (rode zones in Figuur 2):

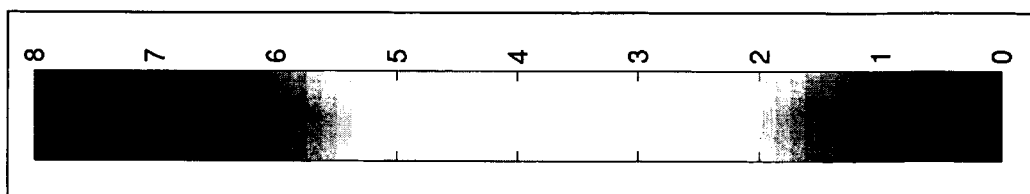
- Een zone ten noorden van het C-Power park ter hoogte van de knik in het VTS werkingsgebied.

- Een zone tussen de parken van TotalFina Eolia en Seanergy op de Vlakte van Raan

Deze tweede zone is waarschijnlijk minder belangrijk, aangezien de diepgang er eerder beperkt is (10 m), en scheepvaart tussen de twee windturbineparken ook niet mogelijk is.



Figuur 2
Overzicht globale radardekking



Figuur 3
Kleurenschaal voor globale radardekking

De kleurenschaal horend bij de globale radardekking kan slechts 9 waarden aannemen (0 t.e.m. 8), waarbij 0 dekking door geen enkel en 8 een radardekking door alle 8 radarstations voorstelt.

Deze invloeden beperken zich in hoofdzaak tot de radarwaarneming vanuit Oostende en Zeebrugge. Voor de overige radarposten is de invloed minimaal, ofwel onbestaande omdat de turbineparken buiten het normale bereik van deze radarposten liggen.

- Gegeven de afstand tussen de turbineparken en de vaste radarposten, treedt de mogelijkheid van verzadiging door een te sterke (nabije) reflectie niet op.
- Meervoudige reflecties, met valse echobeelden als gevolg, kunnen zich slechts voordoen bij een voldoende groot tweede voorwerp, dat zich binnen een afstand van 200 à 250 m bevindt voor de turbines, en binnen een afstand van 300 m voor de transformatorcabines. Gegeven de afstand van de turbineparken tot de vaarroutes en de onderlinge afstanden tussen de turbines binnen eenzelfde park, zullen hier geen effecten van valse echo's optreden. Het grootste effect kan verwacht worden ten gevolge van de transformatorcabines. Een oordeelkundige inplanting en vormgeving ervan dienen wel opgevolgd te worden.

b) Mobiele scheepsradar

In principe verschillen de effecten voor de mobiele scheepsradar niet van deze omtrent de vaste radarposten. Evenwel kunnen de schepen zich op een kortere afstand van deze turbineparken bevinden, en dit binnen de vaarroutes.

- Voor de scheepsradar is het effect van schaduwvorming minder belangrijk, omdat het erop aankomt het eerste obstakel correct waar te nemen. De radarobservatie binnen de eigen vaarroute wordt niet aangetast.
- Verzadiging van de radarontvanger op het schip kan optreden bij te sterke reflecties. Gegeven de vaarroutes kan dit het geval zijn voor de transformatorcabine van het park TotalFina-Eolia, wanneer deze cabine 'vooraan' geplaatst wordt.
- Meervoudige reflecties kunnen eveneens optreden wanneer grote reflecterende voorwerpen op te korte afstand van elkaar staan. Gezien het feit dat de schepen relatief dicht bij de windturbineparken varen (in vergelijking met de afstand van de vaste radarposten), kunnen valse echo's gevormd worden door de transformatorcabine van het park TotalFina Eolia, wanneer deze cabine 'vooraan' geplaatst wordt.

Zoals voor de vaste radarposten zullen er verder geen valse echo's gegenereerd worden, noch door een combinatie schip/turbine, noch turbine/turbine.

3.3.4.2. Effect op VHF-marifonie communicatie

Omschrijving mogelijke effecten :

- Schaduweffect door verzwakking van het signaal op de lijn zender-windturbine(s). Onmiddellijk achter de turbinemast zal een sterke attenuatie optreden, waarbij een zone ontstaat waarin moeilijke radio ontvangst mogelijk is. Dit effect komt hier echter niet ter sprake, gezien de ligging van de turbineparken ten opzichte van de normale vaarroutes.
Toch blijft op grotere afstand een zekere verzwakking van het signaal optreden.
- Een voldoende vrij radiopropagatiepad tussen de turbines van een turbinepark door, zodat het bovenvermelde schaduweffect zich telkens herleidt tot de lijn zender-windturbine. Een dergelijke vrije zone van radiopropagatie is bekend als de Fresnel-ellips.

Gemodelleerde effecten :

- Er kan gesteld worden dat het bereik van deze radiocommunicatiesystemen eerder beperkt wordt door de hoogte van de eigen antennes en de kromming van de aarde, dan door de windturbineparken. Op de lijn zender/turbine zal een sterke attenuatie optreden. Indien de signaalsterkte hierdoor te zwak wordt, blijft communicatie met een ander marifoniestation nog steeds mogelijk.
- Gegeven de frequentie van de marifone systemen (rond 150 MHz of dus een golflengte rond 2 m) is er een 'ongestoorde' communicatie mogelijk tussen de obstakels, wanneer deze ongeveer 200 m uit elkaar gepositioneerd zijn. Omwille van windtechnische redenen, staan de meeste turbines minimaal 500 m uit elkaar, zodat steeds een vrij Fresnel-communicatiepad naar één van de omliggende marifoniestations mogelijk is.

3.3.4.3. Effect op de RDF systeem

Omschrijving mogelijke effecten :

- Het RDF systeem peilt naar de positie van schepen, met een radiosignaal rond 156 MHz. In die zin zal de radiopropagatie zelf gelijkaardige effecten vertonen als de marifonie.
- Het RDF systeem maakt gebruik van een specifieke ontvangstantenne, zodat de richting van het binnenkomende radiosignaal (vanaf een schip) kan bepaald worden. Door een reflectie kan een nieuw samengesteld signaal ontstaan, dat een hoekverschuiving zou introduceren ten opzichte van de directe lijn schip/RDF peilstation. Deze mogelijke hoekafwijkingen dienen verder in detail geanalyseerd te worden.

Resultaat van de gemodelleerde effecten :

- Op de lijn RDF/windturbine zal een sterke attenuatie optreden van het signaal, zodat de gediffracteerde/gereflecteerde golf dominant kan zijn. In een dergelijk geval zal de hoekafwijking beperkt blijven tot een richtingsfout tussen het centrum van de as RDF/turbine en de raaklijn vanuit RDF aan de turbine.
- Gegeven de frequentie van het RDF systeem (rond 156 MHz of dus een golflengte van ongeveer 2 m) is er een 'ongestoorde' communicatie tussen de obstakels mogelijk, wanneer deze ongeveer 200 m uit elkaar gepositioneerd zijn. Omwille van windtechnische redenen, staan de meeste turbines minimaal 500 m uit elkaar, zodat steeds een vrij Fresnel-communicatiepad beschikbaar is. In dit geval dienen hoekafwijkingen berekend te worden tussen een rechtstreeks signaal alleen, en een samengesteld signaal bestaande uit een rechtstreeks signaal en een reflectie via een turbinemast of transformatorcabine. Voor het C-Power park blijkt een hoekafwijking van $0,002^\circ$ voor te komen, en voor de parken TotalFina Eolia en Seanergy een hoekafwijking van $0,01^\circ$. De resolutie van het RDF systeem bedraagt $0,5^\circ$.

3.3.4.4. Effect op de DGPS signaal

Omschrijving mogelijke effecten :

Het DGPS systeem met steunzender in Oostende werkt op een frequentie van 312 kHz. Gezien de lage frequentie van dit systeem, en dus de grote golflengte, zullen de windturbineparken zich nagenoeg als één geheel gedragen, en bevinden ze zich dus ook op een 'relatief' korte elektromagnetische afstand van de zender in Oostende. Een gedetailleerde studie (inclusief nabije veld simulatie) zal dus uitsluitend moeten brengen omtrent de mogelijke invloed van de windturbineparken op het DGPS systeem.

Resultaat van de gemodelleerde effecten :

Voor het DGPS systeem is er een steunzender in Oostende. De zendfrequentie bedraagt 312 kHz. Uit de uitgebreide studie (ook in het nabije veld) blijkt dat de windturbineparken een 'rimpeling' van ongeveer 1 dB op de amplitude van het radiosignaal teweegbrengt. Er kan dus gesteld worden dat de windturbineparken geen invloed hebben op het DGPS systeem.

3.3.4.5. Effect op het AIS systeem

Omschrijving mogelijke effecten :

- De invoering van het AIS systeem wordt in de toekomst voorzien. Dit systeem werkt op een radiofrequentie rond 162 MHz (verschillende kanalen). In die zin zal de radiopropagatie zelf gelijkaardige effecten vertonen als de marifonie.
- Het AIS systeem maakt gebruik van een TDMA (tijdsmultiplexing) modulatie, om meerdere informatiekkanalen op één enkel frequentiekanaal te kunnen plaatsen. In die zin is een correcte tijdssynchronisatie van het binnenkomende signaal van belang. Immers, het rechtstreekse signaal, en een reflectie zullen een andere transmissieweg volgen, met een tijdsverschuiving tussen beide als gevolg. De grootte van deze tijdsverschuiving zal bepalend zijn voor de correcte detectie van de verschillende tijdslots van het systeem. Hoe kleiner deze tijdsverschuiving, hoe korter op elkaar de tijdslots elkaar kunnen opvolgen, of dus hoe hoger de datasnelheid kan zijn. Technisch wordt dit aangegeven door de delay spread (en de bijhorende bitsnelheid). Het AIS systeem dat voorgesteld wordt heeft een bitsnelheid van 9,6 Kbit/sec.

Resultaat van de gemodelleerde effecten :

Hierbij dient a-priori gesteld te worden dat dit AIS systeem nog niet geïmplementeerd is. De frequentie is 162 MHz en de modulatie maakt gebruik van een TDMA techniek voor datacommunicatie met meerdere tijdslots in één frequentiekanaal.

- Gegeven de frequentie van het AIS systeem, zal de radiopropagatie gelijkaardige effecten vertonen als de marifone radiocommunicatie. In verband met schaduweffecten (tijdelijk) dient dus een inplanting van stations voorzien te worden, zodat communicatie met één AIS station steeds mogelijk blijft.
- Het AIS systeem maakt gebruik van een TDMA (tijdsmultiplexing). Hierbij is een correcte tijdssynchronisatie nodig opdat de data correct zouden gedetecteerd worden. Reflecties kunnen overlapping tussen tijdslots teweegbrengen, zodat geen correcte datatransmissie meer mogelijk is. Dit wordt aangegeven door de toegelaten delay-spread (direct gekoppeld aan de bitsnelheid). Het AIS systeem voor de scheepvaart voorziet in een datatransmissie van 9,6 Kbit/seconde (en een delay spread van 104,16 μ sec).
Wanneer aangenomen wordt dat de AIS stations bij de bestaande SRK radarposten zouden geplaatst worden, dan komt er voor de verschillende AIS stations een delay spread tussen 200 en 300 nsec voor (met een mogelijke datasnelheid van 4 à 5 Mbit/sec)
Het is duidelijk dat de windturbineparken hier geen belemmering vormen. Toch dient algemeen opgemerkt te worden dat het bereik van een AIS systeem 20 zeemijl vanaf de kust dient te bedragen, en dat de antennes dus zeer hoog (> 80 m) dienen geplaatst te worden. Uiteraard heeft dit niets met de geplande windturbineparken te maken.

3.3.5. Conclusies

Aan de hand van de resultaten bekomen met de simulatie (met het EPICS pakket) kunnen per systeem de volgende conclusies worden getrokken.

3.3.5.1. Vaste radar en scheepsradars.

Vaste radarposten :

Voor de vaste radarposten kan dus gesteld worden dat er zich 2 zones zonder adequate radardekking voordoen : ten noorden van het C-Power park, en tussen de parken TotalFina Eolia/Seanergy (Zie rode gebieden in Figuur 2).

Er worden geen problemen verwacht rond verzadiging van de radarontvangers, noch omtrent het optreden van valse echo's.

Scheepsradars :

Voor de mobiele scheepsradars kan verzadiging van de ontvangers en vorming van valse echo's zich voordoen ten gevolge van de inplanting van de transformatorcabine van het park TotalFina Eolia aan de kustzijde.

3.3.5.2. VHF marifonie communicatie

Voor de marifonie worden geen problemen verwacht, omdat steeds communicatie met één van de marifoniestations mogelijk blijft.

3.3.5.3. RDF

De maximale hoekafwijking die kan verwacht worden bedraagt $0,01^\circ$, wat dus samen met de eigen resolutie ($0,5^\circ$) van het systeem blijft de totale fout op 0.51 brengt wat nog binnen de tolerantiegrens blijft.

3.3.5.4. DGPS

Voor de steunzender in Oostende is er geen enkel probleem. De windturbineparken geven aanleiding tot amplitudevariaties in de grootte orde van 1 dB.

3.3.5.5. AIS

Bij een inplanting van de AIS stations op de locaties van de huidige SRK radarposten, wordt een delay spread van ten hoogste 300 nsec bekomen. De toegelaten delay spread is voor het AIS systeem 104 µsec (gezien de trage datacommunicatie tegen 9,6 Kbit/sec).

3.4. FASE 3 : AANBEVELINGEN EN REMEDIES VOOR DE PROBLEMATIEK VAN RAPPORT FASE 2

In dit deel van de studie worden oplossingen voorgesteld voor de problematieken zoals die vastgesteld zijn in de theoretische kaartstudie.

Uit deze studie blijkt dat enkel de radarobservatie tot een probleempunt kan leiden, namelijk dat er zich twee zones voordoen, waarbinnen de radarbewaking gereduceerd wordt.

Deze twee zones bevinden zich :

- Ten noorden van het windturbinepark C-Power nabij de Westpit.
- Tussen de parken TotalFina Eolia/Seanergy.

Hoofdzakelijk wordt de radarobservatie door de posten vanuit Oostende (C-Power) en vanuit Zeebrugge (TotalFina Eolia/Seanergy) niet mogelijk.

Afhankelijk van de realisatie van deze windturbineparken (o.a. het verkrijgen van de nodige vergunningen), is het aangewezen om een extra radarpost in zee aan de SRK toe te voegen.

Rekening houdend met de ligging van de verschillende windturbineparken (en een plan Zephyr op de Thorntonbank), zou deze extra radarpost optimaal op de westelijke kant van de Thorntonbank kunnen ingeplant worden. Op die manier worden de huidige gestoorde zones bereikt, maar ook het scheepvaartverkeer achter de Thorntonbank (wat eigenlijk buiten de actuele VTS opdracht van SRK behoort).

Noch voor de marifonie, RDF, DGPS en AIS systemen zijn aanpassingen vereist.

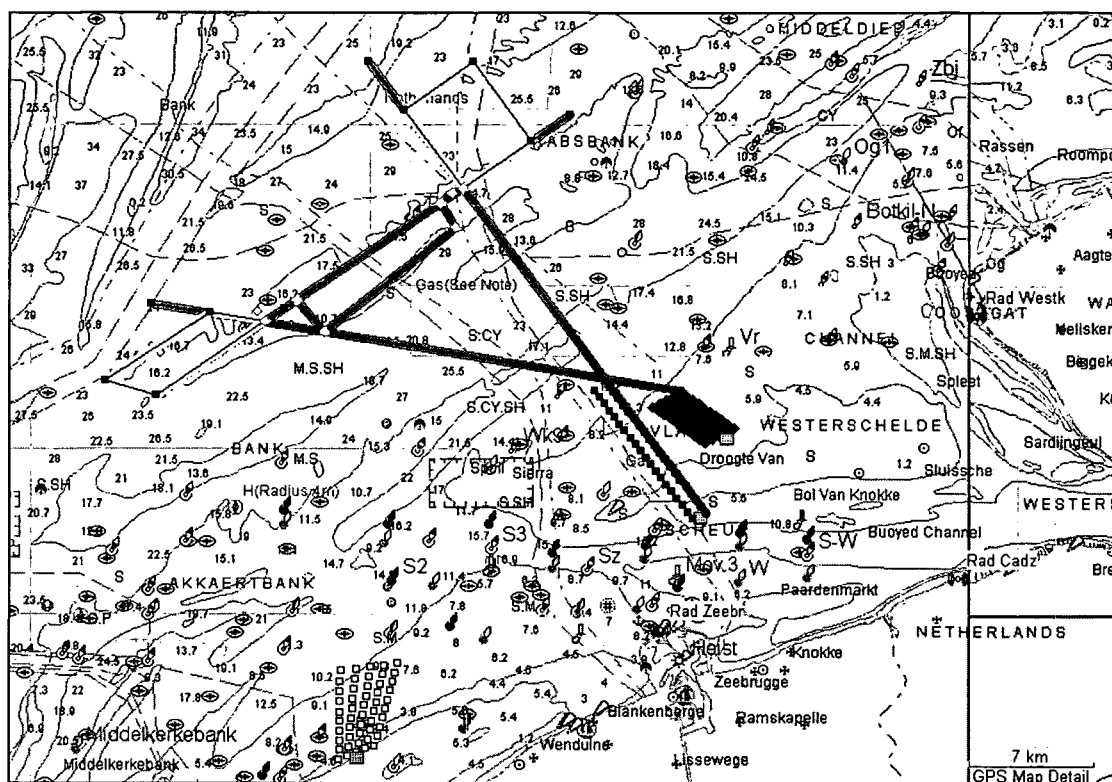
3.4.1. Oplossing voor de verminderde radardekking, radar op de Thorntonbank

Om de problemen i.v.m. de radardekking (zie paragraaf 1.1 van rapport fase 2) op te lossen zijn we op zoek gegaan naar een remedie. Deze betreft het plaatsen van een bijkomende radarinstallatie op de Thorntonbank. O.a. zijn er twee zones (Tabel 1 en gele zones op Figuur 4 die hiervoor in aanmerking komen (rekening houdende met het feit dat de Thorntonbank vermoedelijk ook grotendeels bezet gaat worden met windturbines van het Zephyr project). Toch lijkt deze bank ons de meest aangewezen plaats om deze eventuele radar te plaatsen.

	UTM 31 – ED 50	
	Easting [m]	Northing [m]
ZONE “ZUID-WEST”		
1	490 735	5 707 743
2	484 591	5 703 558
3	481 729	5 704 404
4	487 651	5 708 249

	UTM 31 – ED 50	
	Easting [m]	Northing [m]
ZONE “NOORD-OOST”		
1	501 839	5 715 328
2	505 656	5 717 944
3	502 392	5 722 438
4	498 563	5 719 740

Tabel 10
Overzicht van mogelijke zones voor een nieuwe radar op de Thorntonbank



Figuur 4
Mogelijke zones voor een nieuwe radar op de Thorntonbank Zone

a. Zone Zuidwest

Deze zone wordt aan de “oostelijke” zijde begrensd door de verbindingslijn tussen de noordelijke hoek van het windturbinepark van Seanergy enerzijds en de zuidelijke hoek van het windturbinepark van Zephyr anderzijds. De zuidelijke grens wordt bepaald door het verlengde van de meest noordelijke rij van dit laatste park. De punten uit Tabel 1 zijn voor deze zone volgens uurwijzerzin gerangschikt.

Als test voor deze zone hebben we het eerste punt van deze zone genomen, i.e. het snijpunt van de twee hoger vermelde grenslijnen (punt 1 uiterst links in Tabel 1 (Zone “Zuidwest”)). De naam van deze zone werd afgeleid aan de hand van de ligging van dit punt en de zone t.o.v. het windturbinepark van Zephyr.

Uit de numeriek simulaties voor deze testlocatie volgt dat een nieuwe radarpost in deze zone een oplossing biedt voor de vermindering van de dekking in het gebied nabij de knik van het VTS werkingsgebied. Voor het gebied tussen de windmolenparken van Seanergy en TotalFina Eolia biedt deze oplossing geen soulaas, maar men moet er rekening mee houden dat dit een worst case scenario is (windturbineparken als één blok gezien) en dat er in werkelijkheid door de twee rijen van het windturbinepark van TotalFina Eolia toch nog een behoorlijk deel van deze probleemzone zal worden gedekt.

Data overdracht, bandbreedte :

De data overdracht tussen de radar post en het Schelde Radar Systeem bestaat zowel uit analoge als digitale (ruwe radarbeelden) informatie. Uit een nauwkeurige analyse blijkt dat een communicatie medium met een informatieoverdracht capaciteit van 2 Mbit wenselijk is.

Dataverbinding :

De verschillende soorten concepten van informatieoverdracht die in ogenschouw kunnen genomen worden zijn de overdracht van data door middel van glasvezelkabel en door middel van een aardse of niet-aardse straalverbinding. Gezien de benodigde bandbreedte en de bijhorende kost voor de overdracht van dergelijke hoeveelheid data bij niet-aardse straalverbindingen, kan een niet-aardse straalverbinding buiten beschouwing gelaten worden.

De volgende soort informatieoverdracht die in ogenschouw kan genomen worden is een overdracht van data door middel van glasvezelkabel. De voordelen van dergelijke overdracht zijn de lage onderhoudskost en de hoge beschikbaarheid. In combinatie met een stroomvoorziening door middel van een stroomkabel in plaats van een stroomvoorziening door dieselgeneratoren en/of alternatieve energiebronnen is er een belangrijke reductie van de onderhoud- en bevoorradingskost. Het grote nadeel van dergelijke kabelverbindingen is de hoge kostprijs over grote afstanden. De afstanden tussen de potentiële radarsensorlocaties en eventuele aansluitingspunten kunnen gereduceerd worden door gebruik te maken van de beschikbare accommodaties bij de windturbineparken.

De minimale afstanden tot de transformatorcabine voor de Zuidwest locatie voor de verschillende parken is van de grootte orde van 25 km ten opzichte van een afstand van 28,3 km met de radarlocatie te Zeebrugge. Het afstandsverschil tussen beiden is klein.

Gezien de relatief grote afstanden en gezien de hoge kostprijs dient een aardse straalverbinding als oplossing worden genomen.

Straalverbinding :

De beste oplossing voor het versturen van informatie via een straalverbinding van een nieuwe radar in de Zuidwest zone is, deze gegevens te versturen naar de vaste radarinstallatie te Zeebrugge. De nauwkeurige studie zoals uitgevoerd is in fase 3 toont, dat voor nagenoeg alle locaties in deze zone zowel voor de 7 GHz en de 13 GHz signalen een antennehoogte van 55 m volstaat.

Een uitzondering hierop is locatie “punt 2” in Tabel 1 waar een hoogte van 57,8 m vereist is voor de 7 GHz datatransmissie.

Merk op dat in het voorgaande voor een ononderbroken datatransmissie een verhoging van de antenne voor zowel de nieuwe (op de Thorntonbank) als de bestaande radarmast (te Zeebrugge) noodzakelijk is. Het zou eventueel wel mogelijk zijn om enkel de voor nieuwe radarmast de antenne hoogte te vergroten, dit in het geval van de 55 m betekenen dat deze een hoogte van $55\text{ m} + (55\text{ m} - 40\text{ m}) = 70\text{ m}$ zou krijgen. De realiseerbaarheid van een dergelijke constructie moet nog onderzocht worden.

Stroomvoorziening :

Met betrekking tot de stroomvoorziening is het evident dat aftakken van de nodige stroom van de windturbineparken de meest voor de hand liggende oplossing is. De aard van de stroomspanning (gelijk- of wisselstroom) is afhankelijk van het specifiek geleverde spanning, doch dit probleem is eenvoudig op te lossen door gebruik te maken van een spanning omvormingscel op de nieuwe radar. De realisatie van de stroomvoorziening is sterk afhankelijk van de afstand tot het stroomleveringssysteem en de nieuwe radar. Indien het Zephyr windmolenpark gerealiseerd wordt, zal een kosten-baten analyse uitwijzen dat een stroomvoorziening via een kabelverbinding te prefereren is boven die door middel van generatoren, zeker als men de hogere onderhoud- en bevoorradingskosten van de laatste oplossing in rekening brengt.

b. Zone Noordoost

Net als de eerste zone wordt deze zone aan de zuidelijke kant begrensd door het verlengde van de meest noordelijke rij van het windturbinepark van Zephyr. De westelijke afbakening gebeurt hier door het verlengde van de meest oostelijke rij van het windturbinepark van TotalFina Eolia. In tegenstelling tot de eerste zone zijn de punten uit Figuur 4 hier in tegenuurwijzerzin gerangschikt.

Andermaal hebben we als testpunt voor de nieuwe radar het kruispunt van beide begrenzingen genomen (punt 1 rechts in Figuur 4 (Zone “Noordoost”)). De naam van deze oplossing is eveneens afgeleid van de ligging van het punt (en de bijhorende zone t.o.v. het windturbinepark van Zephyr).

Uit de simulaties voor deze testlocatie blijkt dat deze oplossing het dekkingsprobleem tussen de windturbineparken van Seanergy en Total Fina Eolia oplost, doch voor de zone nabij de knik in het VTS werkingsgebied biedt dit geen oplossing.

Dit kan worden verholpen door de radar opnieuw volgens de zuidelijke grenslijn verder van het windturbinepark van Zephyr te verwijderen. Let op dat deze verschuiving echter het gebied tussen de windturbineparken van TotalFina Eolia en Seanergy lichtjes doet toenemen. Naar onze mening is het echter compleet zinloos om daar scheepvaart toe te laten (o.m. wegens zeer geringe diepgang) en dus lijkt ons deze verschuiving zinvol (zolang ze niet te ver gaat). Deze verschuiving zal immers nooit het volledige probleem oplossen, maar zal het zoals in het eerste geval enkel kleiner maken.

Dataoverdracht, bandbreedte :

In analogie met de zone Zuidwest wordt voor dit gebied een 2Mbit bandbreedte geëist.

Dataverbinding :

Omwille van dezelfde redenen als voor de Zuidwest locatie kan ook voor deze oplossing de niet aardse straalverbinding buiten beschouwing worden gelaten.

Voor de Noordoost zone is de minimale afstand tot de transformatorcabine van de windturbineparken van de grootorde van 20 km in vergelijking met een afstand van 30,2 km tot de radar locatie te Westkapelle.

Naar analogie met de Zuidwest oplossing is ook hier, rekening houdend met de hoge kosten voor een glasvezelkabel connectie, de aardse straalverbinding de meest geschikte oplossing

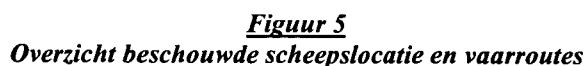
Straalverbinding :

Rekeninghoudend met de afstanden tot Zeebrugge en Westkapelle tot deze zone is een straalverbinding met Westkapelle te prefereren. Ook hier blijkt een antennehoogte van 55 m voor nagenoeg alle locaties te volstaan voor een optimale verbinding zowel voor een 7 GHz als voor een 13 GHz communicatie. Enkel voor de eerste locatie is in het geval van een 7 GHz communicatie een antenne met een minimale hoogte van 56,3 m vereist.

Merk op dat in het voorgaande voor een ononderbroken datatransmissie een verhoging van de antenne voor zowel de nieuwe (op de Thorntonbank) als de bestaande radarmast (te Westkapelle) noodzakelijk is. Het is eventueel wel mogelijk om enkel voor de nieuwe radarmast de antennehoogte te vergroten, dit zou in het geval van de 55 m betekenen dat deze een hoogte van 70 m zou krijgen m.a.w. $55\text{ m} + 55\text{ m} - 40\text{ m}$. De realiseerbaarheid van een dergelijke constructie moet nog onderzocht worden.

Naar analogie met de Zuidwest zone is ook voor deze alternatieve oplossingen een stroomvoorziening door een kabelverbinding met een van de windturbineparken te prefereren boven het gebruik van diesel generatoren.

Om de werking van de radarinstallaties aan boord van de schepen te testen zijn een aantal posities van deze schepen langsheen de verschillende vaarroutes bekeken. Deze punten zijn zodanig gekozen dat de afstand tussen het schip op de vaarroute en de dichtstbijzijnde windturbine of transformatorcabine zo klein mogelijk is. In **Figuur 5** worden de beschouwde scheepsposities weergegeven (gele ankertjes).



De resultaten van de simulaties uit fase 2 wijzen uit dat enkel de eerste scheepspositie, ten zuiden van het windturbinepark van Totalfina Eolia (UTM31 – ED 50 coördinaten : 515 519 m Easting ; 5 695 452 m Northing), aanleiding geeft tot mogelijke problemen. Het is echter voornamelijk de transformatorcabine van het windturbinepark van Totalfina Eolia dat aanleiding geeft tot problemen. Een mogelijke oplossing zou zijn om de cabine verder naar achter te plaatsen zodat ze niet meer binnen de ellipsen van de haar omringende turbines valt, bvb. centraal in het park.

3.4.3. AIS antennehoogte

Voor het AIS systeem zijn er in principe geen additionele aanpassingen nodig. Toch dient erop gewezen te worden dat het AIS systeem hoge antennemasten zal vereisen, zodat de vraag gesteld dient te worden of hiertoe geen gebruik zou kunnen gemaakt worden van de windturbineparken in zee, dan wel deze masten op de kustlijn te plaatsen (met een hoogte van 80 m gezien een bereik van 20 zeemijl gevraagd wordt).

Door gebruik te maken van de plaatsing van antennes op de 2 geplande zeeradars (Oostdyckbank en Schouwenbank) en de extra benodigde radar op de Thorntonbank, kan men de hoogte van de vereiste masten voor volledige AIS dekking van de VTS gebieden in België en Nederland herleiden tot de meer realistische waarde van 40 m.

3.5. FASE 4 : BUDGETRAMING

In deze fase wordt een kostenraming gemaakt van de uit te voeren investeringen om de negatieve effecten van de windturbineparken op de communicatie- en bewakingssystemen op te heffen.

In dit document zal enkel een samenvatting worden gegeven van de kostenraming, voor een meer gedetailleerde beschrijving wordt er verwezen naar het rapport van fase 4. De kosten voor het project zijn op te splitsen in de volgende 3 hoofdgroepen : de kosten voor de studie, raming voor de realisatie van de nieuwe radarpost en de kosten voor het jaarlijkse onderhoud van de nieuwe radar.

Overzicht kostenraming :

Post	Omschrijving	Raming Excl. BTW. (Euro)	Raming Incl. BTW (Euro)
1.	Studiefase radaropstand Thorntonbank		
1.1.	Externe resourcekosten	343.000,-	415.030,-
1.2	Interne resourcekosten	39.500,-	47.795,-
	Totaal =	382.500,-	462.825,-
2.	Realisatiefase radaropstand Thorntonbank		
2.1.	Externe resourcekosten	8.127.940,-	9.834.807,-
2.2.	Interne resourcekosten	45.000,-	63.000,-
	Totaal =	8.235.940,-	9.965.487,-
3.	Jaarlijkse onderhouds- en exploitatiekost radaropstand Thorntonbank inclusief transportkosten	331.960,-	401.670,-

Tabel 11

Voor het bouwkundig deel wordt, zoals in het bestek opgegeven, rekening gehouden met een basisconstructie (2 monopalen) zoals voor de radaropstand op de Oostdijkbank. De aard van de basisconstructie kan wijzigen afhankelijk van diverse factoren zoals diepte, stroming, vereiste hoogte van de straalverbinding, golfklimaat, aard van de bodem, enz....Indien een constructie vereist is gelijkaardig aan de constructie zoals de constructie ontworpen voor de Schouwenbank (een platformconstructie met 3 buispalen) , dan dient rekening gehouden te worden met een meerprijs van **750.000,- Euro** inclusief BTW ten opzicht van de geraamde kostprijs.

3.6. FASE 5 : MANAGEMENT SAMENVATTING

In deze fase worden alle overige fasen kort samengevat en worden tevens alle conclusies van de diverse fasen ondubbelzinnig samengevat en weergegeven.

3. CONCLUSIES

Samengevat kan er worden gesteld dat indien de 3 windturbineparken voor de Vlaamse kust gerealiseerd worden de volgende communicatie en bewakingssystemen hiervan een storende invloed zullen ondervinden :

a) Schelderadarketen

Ten gevolge van de parken zullen er 2 zones in het VTS werkingsgebied voorkomen waar er aan de eis van dubbele dekking niet meer voldaan is (cf *Figuur 2*) nl : een gebied ten Noorden van het C-Power turbine park en een zone tussen de parken van Seanergy en TotalFina Eolia.

Als oplossing voor dit probleem wordt er voorgesteld om een nieuwe radarpost op de Thorntonbank te construeren, waarvoor de volgende locaties in aanmerking komen :

- Zuidwest zone :

Biedt enkel een oplossing voor het C-Power probleemgebied en niet voor de tweede zone tussen de parken in, maar men moet er rekening mee houden dat dit een worst case scenario is (windturbineparken als één blok gezien) en dat er in werkelijkheid door de twee rijen van het windturbinepark van TotalFina Eolia toch nog een behoorlijk deel van deze probleemzone zal worden gedekt.

- Noordoost zone :

Biedt enkel een oplossing voor het probleem gebied tussen de parken in, voor de zone ten noorden van het C-Power park is het noodzakelijk de radar zo ver als mogelijk in de Noordoostelijke richting te plaatsen.

Kostenraming :

De kostprijs (exclusief de studiefase raming) voor de realisatie van een van de voornoemde oplossingen bedraagt :

Omschrijving	Raming Excl. BTW (Euro)	Raming Incl BTW (Euro)
Realisatie radar constructie	8.235.940,-	9.965.487,-
Jaarlijks onderhoud van de radarpost	331.960,-	401.670,-

Tabel 12

Voor het bouwkundig deel wordt, zoals in het bestek opgegeven, rekening gehouden met een basisconstructie (2 monopalen) zoals voor de radaropstand op de Oostdijckbank. De aard van de basisconstructie kan wijzigen afhankelijk van diverse factoren zoals diepte, stroming, vereiste hoogte van de straalverbinding, golfklimaat, aard van de bodem, enz....Indien een constructie vereist is gelijkaardig aan de constructie zoals de constructie ontworpen voor de Schouwenbank (een platformconstructie met 3 buispalen) , dan dient rekening gehouden te worden met een meerprijs van **750.000,- Euro** inclusief BTW ten opzicht van de geraamde kostprijs.

b) Mobiele scheepsradar

De correcte werking van de scheepsradars worden hoofdzakelijk verstoord door de transformatorcabines van de windturbineparken. De theoretische studie wijst uit dat enkel schepen ten zuiden van het TotalFina Eolia park hinder zullen ondervinden. Als oplossing wordt voorgesteld om deze cabine te verplaatsen zodat ze meer in het centrum van het park ligt.

In principe zullen alle overige communicatie- en bewakingssystemen geen hinder ondervinden van toekomstige turbineparken, doch voor het AIS systeem kunnen de volgende bedenkingen worden gemaakt:

- Indien alle antennemasten van dit systeem aan de kust worden geplaatst, zullen deze een minimale hoogte van 80m moeten hebben om een bereik van 20 zeemijl te garanderen.
- Door gebruik te maken van het plaatsen van antennes op de 2 geplande zeeradars (Oostdyckbank en Schouwenbank) en de extra radar op de Thorntonbank kan men de minimale hoogte van de antennemasten voor de dekking van het VTS gebied reduceren tot een meer realistische waarde van 40m.

CONTROLEBLAD

(= computerscherm)

PROJECT :	<i>Studie aangaande de impact van windturbinepark in zee op de schelderadarketen</i>
OPDRACHTGEVER :	<i>MVG/DLI/AWZ</i>

1. DOSSIERNR. : <i>NVZ2362</i>	2. DOCUMENTNR. : <i>258</i>	3. DATUM IN : <i>13-09-02</i> VOORZIEN UIT : <i>25-09-02</i>
4. TITEL : <p style="text-align: center;"><i>STUDIE AANGAANDE DE IMPACT VAN WINDTRUBINEPARKEN IN ZEE OP DE SCHELDERADARKETEN</i></p> <p style="text-align: center;"><i>FASE 5 :</i> <i>MANAGEMENT SAMENVATTING</i></p>		
5. ABSTRACT :		
6. TMB-voorziening :		
7. CONTROLE		
<u>Revisie 0</u>		
<i>dat</i> <small>20-09-02</small>	<i>PMW</i>	<i>dat</i> <small>20-09-02</small>
<i>PL</i> <small>AGN</small>	<i>dat</i> <small>20-09-02</small>	<i>DHD</i> <small>MVV</small>
<i>dat</i> <small>20-09-02</small>	<i>DIR</i> <small>CDM</small>	
<u>Reden Revisie 1</u>		
<i>dat</i> <small>21-10-02</small>	<i>PMW</i>	<i>dat</i> <small>21-10-02</small>
<i>PL</i> <small>AGN</small>	<i>dat</i> <small>21-10-02</small>	<i>DHD</i> <small>MVV</small>
<i>dat</i> <small>21-10-02</small>	<i>DIR</i> <small>CDM</small>	
<u>Reden Revisie 2</u>		
<i>dat</i>	<i>PMW</i>	<i>dat</i>
<i>PL</i>	<i>dat</i>	<i>DHD</i>
<i>dat</i>	<i>DIR</i>	
<u>Reden Revisie 3</u>		
<i>dat</i>	<i>PMW</i>	<i>dat</i>
<i>PL</i>	<i>dat</i>	<i>DHD</i>
<i>dat</i>	<i>DIR</i>	
Verspreiding		Aantal exemplaren :
<i>Volledig rapport</i>		<i>Titelblad + sheet (T)</i>
		<i>Titelblad + synthese + sheet (S)</i>
		<i>Rapport zonder bijlagen (D)</i>
Extern	Aantal	Intern
ir. J. Raes	3	HPE
		AGN
		SEC
		1
		1
		1
Verzendingsbrief/borderel : brief		<i>nummer 267</i>

DOCUMENTCONTROLEBLAD



MINISTERIE VLAAMSE GEMEENSCHAP
DEPARTEMENT LEEFMILIEU EN INFRASTRUCTUUR
ADMINISTRATIE WATERWEGEN EN ZEEWEZEN
AFDELING SCHEEPVAARTBEGELEIDING

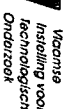
STUDIE AANGAANDE DE IMPACT VAN WINDTURBINEPARKEN IN ZEE OP DE SCHELDERADARKETEN

FASE 5 : MANAGEMENT SAMENVATTING

**NVZ2362
258**

3							
2							
1	21-10-02	Fase 5	H. Poppe	A. Goddyn	ir. M. Van Vooren	ir. C.P. De Meyer	MVG - AWK
0	20-09-02	Fase 5	H. Poppe	A. Goddyn	ir. M. Van Vooren	ir. C.P. De Meyer	MVG - AWK
Rev.	Datum	Omschrijving	PMW	PL	DHD	DIR	KLANT

Routebeschrijving



De eindeloze kracht van water, wind en zon

Zeeën van mogelijkheden?

Zie ook www.vito.be/contact/route.htm



Groene Stroom

Een blik op de niet-klassekers

9 november 2004

Vito, Mgr.

Algemene informatie

Datum

Dinsdag, 9 november 2004

Plaats

Vito, Club-House
Boeretang 200, BE-2400 Mol
Tel. + 32 14 33 20 60

Inschrijvingen

Vul het bijgevoegde inschrijvingsformulier in en stuur of fax het **vóór 1 november 2004** naar Vito.
U kan ook elektronisch inschrijven via www.vito.be/evenementen.

Deelnamerekosten

242 euro, incl. 21 % btw.

Deze prijs is inclusief documentatie, koffie en lunch voor één persoon.

De betaling dient te gebeuren **vóór 1 november 2004** door overschrijving op rekeningnummer **435-4528191-20** van Vito met vermelding "**Studiedag Groene stroom 09-11-04**".

Schriftelijk annuleren is mogelijk tot 1 week vóór het seminarie. Wij brengen u dan 25 euro administratiekosten in rekening. Na deze termijn dienen wij u het volledige bedrag aan te rekenen. U kan zich natuurlijk altijd laten vervangen indien u onverwacht verhinderd bent.

Op vraag en mits opgave van uw btw-nummer sturen wij u een factuur.

Er worden geen bevestigingen gestuurd.

Voor meer informatie

Inge Boeckx ☐ Vito ☐ Boeretang 200 ☐ BE-2400 Mol
Tel. + 32 14 33 58 08 ☐ Fax + 32 14 32 11 85
inge.boeckx@vito.be

Programma

Programma

Voorzitter <i>Jan Kretzschmar, Vito</i>	Voorzitter <i>Guy Vekemans, Vito</i>
08.45 uur	14.00 uur
Registratie en koffie	Stortgasexploitatie te Mont-St.-Guibert <i>Jean-Pierre Van Wingen, E. Van Wingen NV</i>
09.15 uur	14.30 uur
Verwelkoming <i>Jan Kretzschmar, Vito</i>	Productie van biogas en elektriciteit uit reststoffen van een aardappel-verwerkend bedrijf <i>Joop Colsen, Colsen BV en Colsen Milieu BVBA</i>
09.30 uur	
Is er plaats voor hernieuwbare energie in Vlaanderen? <i>Nathalie Devriendt, Vito Jo Neyens, ODE</i>	
10.00 uur	15.30 uur
Energie uit de zee <i>Johan Liekens, Vito</i>	Koffie
10.30 uur	16.00 uur
Koffie	Green Energy, Clean Reality <i>Stijn Van den Bosch, Vyncke Energietechniek NV</i>
11.00 uur	16.30 uur
Archimedes Wave Swing <i>Henk Polinder, TU Delft</i>	Receptie
11.30 uur	
WindWall: een nieuw type windturbine voor plaatsing in de bebouwde omgeving <i>Rob Roelofs, WindWall BV</i>	
12.00 uur	
Lunch	